

Der Wind, der Wind, das höllische Kind!

Insbesondere beim Errichten von Windkraftanlagen werden Kranleistungen unter besonderen Einsatzbedingungen abgewickelt, die mitunter gefährlich werden können. Neben dem unerkannten Bodenrisiko bildet dabei das Windrisiko eine der Hauptunfallursachen. Von R.A. Dr. Rudolf Saller

Das Bodenrisiko hat die Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten (BSK) e.V. zusammen mit allen namhaften Windenergieherstellern in Deutschland mit dem Leitfaden über die Anforderungen an Baustraßen und Kranstellplätze bei der Errichtung von Windenergieanlagen in den Griff zu bekommen versucht, was nach den stark rückläufigen Unfallzahlen bei der Windkraftmontage als gelungen betrachtet werden kann.

Das Windrisiko wird dagegen noch häufig unterschätzt, teilweise sogar in den zugrunde liegenden Normen. Die neue Kranbaunorm DIN EN 13001-2:2012¹⁾ enthält daher neue Festlegungen zur Annahme der auf den Kran einwirkenden Windlasten. Die in der Norm festgeschriebenen Werte für die Böengeschwindigkeiten $v(3)$ sind die Grundlage für alle Windlastannahmen nach der DIN EN 13001-2. Das war in früheren Normen nicht so eindeutig geregelt.²⁾

1. Windtabelle nach Beaufort

Die Beaufortskala ist eine Skala zur Klassifikation von Wind nach dessen Geschwindigkeit. Es handelt sich um das am weitesten verbreitete System zur Beschreibung der Windgeschwindigkeit. Sie ist nach dem britischen Admiral Sir Francis Beaufort benannt worden, allerdings hat er nur einen geringen Anteil an ihrer Entwicklung gehabt. Der umgangssprachliche Begriff Wind-

stärke für die Klassifikation nach der Beaufortskala wird insbesondere von Laien sehr unscharf benutzt und kann die Beaufortskala meinen, aber auch Windgeschwindigkeit („Windstärke zehn Knoten“), Windkraft („Windstärke zehn Newton“), Winddruck („Windstärke zehn Kilogramm pro Quadratmeter“) oder die gefühlte Stärke des Windes (Leichtwindstärke, Sturmwindstärke usw.).

Gemessen wird die Windgeschwindigkeit nach Beaufort (B)

04.03.2010

Herzfelde – schwerer Kranschaden durch Windeinwirkung ***Moderner Teleskop-Autokran Liebherr LTM 11200 durch Windeinwirkung fast völlig zerstört.***

Trotz mäßigem Wind und Überprüfung im Windfinder driftete der Rotorstern seitlich ab und hat den gesamten Teleskopausleger oberhalb der Y-Abspannung am Grundmast abgedreht.

Ursache war ein Fehler in der Staudruckberechnung. Liebherr legt bei der Staudruckberechnung in der Bedienungsanleitung eine (fiktive) Referenzhublast zugrunde mit der Annahme $1 \text{ t Hublast} = 1 \text{ m}^2 \text{ Windangriffsfläche}$. Das war für den vorliegenden Rotorstern bereits grundlegend falsch. Der Rotorstern ist weitgehend aus GFK gefertigt und im Verhältnis zu ca. $170 \text{ m}^2 \text{ Windangriffsfläche}$ (inkl. Verschattung) relativ leicht. Hinzu kommt, dass der Kranhersteller für die Referenzhublast einen Luftwiderstandswert von $1,2 \text{ cW}$ zugrunde legt. Empirische Messungen des Luftwiderstandswerts für solche Rotorsterne fehlen, da weltweit kein Windkanal in dieser Größe zur Verfügung steht. Rechnerisch dürfte aber der cW -Wert des Rotorstern bei $1,8 \text{ cW}$ bis $2,0 \text{ cW}$ liegen.

Der dritte Irrtum bestand darin, dass der Staudruck mit Zunahme der Windgeschwindigkeit in 2. Potenz zunimmt. Der Rotorstern hätte bei den örtlichen Wetterbedingungen daher nie befördert werden dürfen. Der Schaden geht in die Millionen.



Bild: joephoto/ 123RF Stockfoto



immer 10 m über der Oberfläche und im 10-min-Mittel. Diese aus dem Jahre 1806 stammende Skala sollte ursprünglich nur den Zusammenhang zwischen Windstärke und Seegang vermitteln. Vorgänge wie der Meeres-Seegang hängen tatsächlich von der in einer nicht zu kleinen Zeitspanne gemessenen durchschnittlichen Windgeschwindigkeit ab. Kurzzeitig auftretende Böen sind dabei uninteressant.³⁾ Umgekehrt ist für die Standsicherheit von Bauwerken und Kranen jedoch die in Windböen auftretende Spitzengeschwindigkeit maßgebend, ebenso für das Brechen eines Schiffsmastes, aber ohne nennenswerten Einfluss auf das vom Seegang abhängige Rollen und Stampfen des Schiffes.⁴⁾ Für den Kranfahrer, der bei zunehmender Windstärke den von ihm bedienten Kran stillsetzen muss, sobald die Böen zu stark werden, ist jedoch die am höchsten Punkt des Kranes auftretende Böengeschwindigkeit maßgebend. Außerdem: In der Zeit, die gebraucht wird, um den Kran vom Betriebszustand in den

sturmsicheren Außerbetriebszustand umzurüsten, darf die Böengeschwindigkeit am höchsten Punkt des Kranes den zulässigen Wert nicht schon vor Abschluss der Umrüstarbeiten überschreiten haben.⁵⁾

Außerdem sind umschlagtechnische Gesichtspunkte ebenso zu berücksichtigen, indem ein gegebenes Umschlaggut nur bis zu einer für dieses Gut geltenden Höchstgrenze der Böengeschwindigkeit umgeschlagen werden kann: So müssen Stückgüter innerhalb bestimmter Toleranzen genau positioniert werden können; Schüttgüter dürfen bei Greiferbetrieb vom Wind nicht in die Umgebung verstreut werden. Ebenso darf die am Kran hängende Last im Wind nur mit begrenzt zulässiger Amplitude pendeln usw.⁶⁾

Die von der Windtabelle nach Beaufort erfassten Windgeschwindigkeiten sind dabei nur sehr begrenzt hilfreich. Die erste dieser Formeln wurde 1913 vom Britischen Wetterdienst als nationaler Standard festgelegt und als internationaler Standard 1914

vorgeschlagen (der Vorschlag wurde abgelehnt).

Tatsächlich stellt die Berechnungsformel nur den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ dar, bei den Versuchen auf zahlreichen internationalen meteorologischen und geophysikalischen Konferenzen zwischen 1914 (in Rom) und 1970 eine gemeinsame Basis für eine einheitliche Wettervorhersage zu schaffen, da seit dem Untergang der Titanic jede seefahrende Nation zur Verbreitung von aktuellen Wetterberichten vor ihren Küsten verpflichtet wurde.

Die Windstärkenvorhersage im Rahmen der verschiedenen „Fernsehewetterberichte“ erhebt daher im Allgemeinen keinen Anspruch auf quantitative Richtigkeit, sondern soll dem Konsumenten veranschaulichen, ob mit mehr oder weniger Wind zu rechnen ist. Dies ist jedoch den Umständen geschuldet, dass eine genaue lokale Windvorhersage über 24 Stunden durch eine einzige Zahl mit globalen Methoden ohnehin praktisch unmöglich ist und dass die „Wetterpräsentati-

on“ nach den politischen Nachrichten und Sportnachrichten einen überwiegend unterhaltenen Charakter haben soll. Ein für die Wirtschaft aussagefähiger Wetterbericht muss deshalb neben der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit auch die auftretenden Böengeschwindigkeiten mit enthalten.⁷⁾

Die in Wetterkarten und Wetterberichten angegebenen Windstärken beziehen sich allerdings nicht auf die Spitzenböen (peak wind speed, die leicht doppelt so stark sein können), sondern auf einen 10-minütigen Mittelwert (mean wind speed). Das Verhältnis der Böengeschwindigkeit $v(3)$ zum 10-min-Mittel ist dagegen kein fester Wert. Er hängt vom Widerstand ab, den das Bodenprofil dem Wind entgegengesetzt, und ist demzufolge von Ort zu Ort verschieden, je nachdem, wie stark die Rauigkeit des örtlichen Bodenprofils ist.⁸⁾

Erschwerend kommt hinzu, dass in natura auftretende Luftwirbel auch von der neuen Kranbaunorm nur als in Windrichtung an- und abschwellige

Luftstaudrücke und auch höhenabhängig veränderlich angenommen werden, aber man aus Vereinfachungsgründen unterstellt, dass in der Horizontalebene die Kranabmessungen rechtwinklig zur Windrichtung sehr klein seien gegenüber der räumlichen Ausdehnung dieser Luftwirbel.⁹⁾ Grund zu dieser Annahme war, dass mit kleinem Radius horizontal drehende Windwirbel in Orkanstärke in Deutschland bisher äußerst selten, und wenn, dann örtlich sehr begrenzt aufgetreten sind. Sie sind daher in die Bemessungsgrundlagen für Windlastannahmen bei Krantragwerken nicht eingegangen, obwohl zum Beispiel ein spontaner Sommer-tornado im Hamburg-Harburg am 27.03.2006 zwischen 18.54 Uhr und 19.04 Uhr drei Turmdrehkrane zu Fall brachte und dabei

zwei Turmdrehkranführer zu Tode kamen.¹⁰⁾ Ein Jahr zuvor hatte ein Starkwindereignis durch eine Böenfront (Squall) am 29.07.2005 eine verheerende Schadensschneise durch das Erzgebirge zwischen Johanngeorgenstadt und Erlabrunn geschlagen.¹¹⁾

Schließlich kommt eine weitere Vereinfachung bei der ersten Eigenfrequenz des Krantragwerks hinzu. Solange diese $> \approx 2$ Hz ist, darf mit den in der Kranbaunorm angegebenen Windlasten als quasi-statisch gerechnet werden. Andernfalls ist das Schwingen des Stahltragwerks im Wind bei der Ermittlung der aus der Windeinwirkung entstehenden Tragwerksreaktionen mit zu berücksichtigen. Obwohl auch das Phänomen der windinduzierten Kranschäden durch so-

genannte Galopping-Schwingungen bei Kranen längst bekannt ist,¹²⁾ werden die Windlasten auf das Krantragwerk in der DIN EN 13001-2 nach wie vor als quasi-statisch berechnet, obwohl in der DIN 1055-4 Anhang C¹³⁾ anders angegeben. Außerdem wird im Kranbau die Höhe über dem Meeresspiegel vernachlässigt und vereinfachend angenommen, dass der Windstaudruck von der Höhe über dem Meeresspiegel (z) nur schwach abhängig ist.¹⁴⁾ Für den Kran in Betrieb wird außerdem die Windlastannahme für die Betriebswindstufe $v(3)$, auf der sicheren Seite liegend, ebenfalls als höhenunabhängig angenommen.¹⁵⁾

Gemessen wird die Windgeschwindigkeit nach Beaufort außerdem stets bei Gelände-Rauigkeitsklasse 2.

2. Rauigkeit

Hoch über dem Boden, in rund 1 Kilometer Höhe, wird der Wind kaum mehr von der Oberflächenbeschaffenheit der Erde beeinflusst. In den niedrigeren Luftschichten der Atmosphäre sind jedoch die Windgeschwindigkeiten von der Bodenreibung betroffen. In der Windindustrie unterscheidet man zwischen der Rauigkeit des Terrains, dem Einfluss von Hindernissen und dem Einfluss der Geländekonturen, was auch als Orografie des Geländes bezeichnet wird. Normalerweise wird der Wind umso mehr gebremst, je ausgeprägter die Rauigkeit des Bodens ist. Wälder und Großstädte bremsen den Wind natürlich beträchtlich, während betonierte Startbahnen auf Flughäfen den Wind nur ge-

03.12.2012

Mecklenburg-Vorpommern – Lkr. Vorpommern-Rügen

Kranführer von Windrad-Flügel erschlagen

Am 03.12.2012, gegen 10:30 Uhr, ereignete sich in Mannhagen, Gemeinde Sundhagen, ein Arbeitsunfall in dessen Folge ein Mann verstarb. An einer Windkraftanlage sollte ein Flügel montiert werden. Der Flügel (Länge ca. 55 Meter, Gewicht ca. 12 Tonnen) stürzte aus bisher ungeklärter Ursache auf das Führerhaus eines darunter stehenden Kranes. Der Kranführer erlag noch am Ereignisort seinen Verletzungen.

Mit Bezug auf die Pressemitteilung können zum Hergang des Unfalls folgende ergänzende Angaben gemacht werden: An dem ca. 94 Meter hohen Turm der Windkraftanlage sollte der erste von drei Flügeln montiert werden. Dazu wurde er mittels einer sogenannten Blatttraverse in die Höhe gehoben. Aus nach wie vor ungeklärter Ursache löste sich der Flügel aus der Traverse und stürzte auf das Führerhaus des Kranes.

Trotz des schnellen Einsatzes der Rettungskräfte unter Hinzuziehung eines Rettungshubschraubers verstarb der 40-jährige Kranführer aus Österreich noch am Unfallort an seinen Verletzungen. Das Gelände wurde weiträumig abgesperrt. Am 04.12.2012 wird ein Spezialkran die Traverse bergen. Diese befindet sich noch in der ursprünglichen Höhe, da der Kran auf Grund der starken Beschädigung des Führerhauses nicht mehr steuerungs-fähig ist. Zur weiteren Klärung der Unfallursache wird die DEKRA hinzugezogen.



09.01.15: Schleswig-Holstein

Kran offenbar von einer Orkanböe erfasst

Großer Schreck auch auf einer Baustelle für eine Windkraftanlage in Janneby (Kreis Schleswig-Flensburg). Ein mehrere Hundert Tonnen schwerer Kran mit einem etwa 100 Meter langen Ausleger wurde am Vormittag offenbar von einer Orkanböe erfasst und kippte um. Glücklicherweise wurde bei dem Unfall niemand verletzt. Auch die teuren Segmente für den Bau der Windkraftanlage verfehlte der Kran um Haaresbreite. Dennoch dürfte der entstandene Sachschaden enorm sein. Mit der Bergung des Krans wird begonnen sobald der Sturm nachgelassen hat. Warum der Kran trotz angekündigtem Orkan vollständig aufgebaut stehen blieb ist unklar, auf ähnlichen Baustellen in der Region wurden Kräne teildemontiert oder vollständig zurückgebaut. www.bos-inside.de



Bild: picture alliance / dpa



ringförmig verlangsamen. Noch glatter sind Wasserflächen, sie haben daher einen noch geringeren Einfluss auf den Wind, wohingegen hohes Gras, Sträucher und Buschwerk den Wind erheblich bremsen.

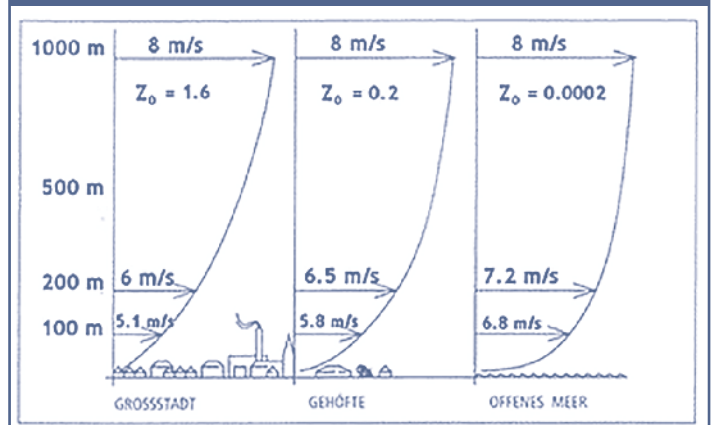
3. Rauigkeitsklassen und Rauigkeitslängen

In der Windindustrie verweisen die Techniker oft auf Rauigkeitsklassen und Rauigkeitslängen, wenn es darum geht, die Windverhältnisse einer Land-

schaft zu bewerten. Eine hohe Rauigkeitsklasse von 3 bis 4 bezieht sich auf eine Landschaft mit vielen Bäumen und Gebäuden, während eine Meeresoberfläche in Rauigkeitsklasse 0 fällt. Betonierte Startbahnen auf Flughäfen zählen zur Rauigkeitsklasse 0,5. Die genaue Definition der Rauigkeitsklassen und Rauigkeitslängen finden sich im Handbuch der Windenergie. Der Begriff Rauigkeitslänge ist eigentlich die Höhe über dem Boden, wo die Windgeschwindigkeit theoretisch Null ist.

In einer Höhe von rund 1 km wird der Wind dagegen kaum

Windgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Oberflächenrauigkeiten:



Beispiele : Rauigkeitslängen Rauigkeitsklassen

Rauigkeitsklasse	Rauigkeitslänge, z0 in m	Energie Index (%)	Landschaft
0	0.0002	100	Wasserflächen
0.5	0.0024	73	offenes Gelände, glatte Oberflächen z. B. Landebahnen
1	0.03	52	Landschaft ohne Zäune u. Hecken, einzelne Häuser
1.5	0.055	45	Landschaft mit einigen Häusern u. Hecken, Freiflächen min. 1.250 m
2	0.1	39	Landschaft mit einigen Häusern u. Hecken, Freiflächen min. 500 m
2.5	0.2	31	Landschaft mit einigen Häusern u. Hecken, Büschen und Bäumen, Freiflächen min. 250 m
3	0.4	24	Dörfer, kleine Städte, Wälder, unebenes Gelände.
3.5	0.8	18	größere Städte, hohe Gebäude
4	1.6	13	Großstädte mit sehr hohen Gebäuden

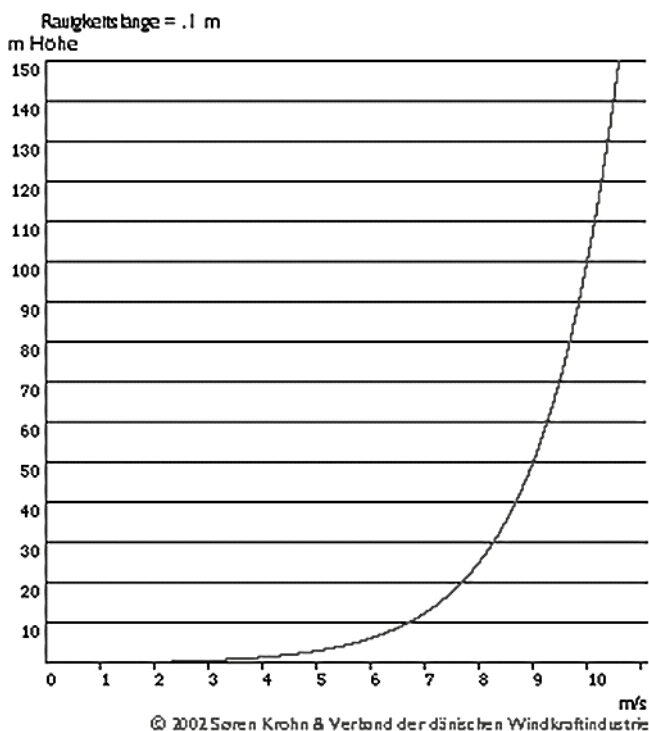
mehr von der Oberflächenbeschaffenheit der Erde beeinflusst. Luft strömt hier gleichmäßig, unbeeinflusst von der Bodenbeschaffenheit. Dies geschieht oberhalb einer Grenzschicht (in Abhängigkeit der Bodenreibung) von 300 m bis 600 m über dem betrachteten Standort.

Es werden vier Rauigkeitsklassen definiert, denen für bestimmte Oberflächen eine Rauigkeitslänge sowie ein Korrekturfaktor a zu geordnet wird. Die Rauigkeitslänge ist dabei die Höhe über

dem Boden, in der die Windgeschwindigkeit theoretisch Null ist.

4. Windscherung

Das Diagramm unten zeigt den Verlauf der Windgeschwindigkeit bei Rauigkeitsklasse 2 (landwirtschaftliches Gelände mit einigen Häusern und schützenden Hecken im Abstand von 500 m), wenn wir annehmen, dass die Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 100 Metern 10 m/s



beträgt. Die Tatsache, dass die Windgeschwindigkeit abnimmt, je weiter man sich dem Boden nähert, wird üblicherweise als Windscherung bezeichnet. Windscherung kann auch für das Design von Windkraftanlagen von Bedeutung sein. Wenn wir eine Anlage mit einer Nabenhöhe von 40 m und einem Rotordurchmesser von 40 m betrachten, sehen wir, dass die Spitze eines Rotorblattes mit 9,3 m/s angeströmt wird, wenn es sich in der höchsten Position befindet, während die Windgeschwindigkeit in der niedrigsten Position nur 7,7 m/s beträgt. Das bedeutet, dass die Kräfte auf das Rotorblatt in der höchsten Position weitaus größer sind als in der niedrigsten.

5. Windeinwirkungen auf Kran und Last

Entscheidend für den Staudruck auf den Kran und die Last ist nicht die 10-Minuten Durchschnittsgeschwindigkeit (mean speed), sondern die Spitzengeschwindigkeit (peak speed) der sog. 3-Sekunden-Böe (3 second gust), außerdem nicht die Geschwindigkeit nach Beaufort 10 m über Grund (ground speed oder basic speed), sondern die sich in der Arbeitshöhe ergebende Ge-

schwindigkeit nach der Windscherung und die tatsächlich nach den Geländekonturen (Orografie) und Bebauung ergebende Rauigkeitsklasse am Einsatzort. Dabei kann sich, je nach Gegebenheiten, ohne Weiteres eine tatsächlich auf den Kran einwirkende Windgeschwindigkeit (v max.) von mehr als dem doppelten Wert der Beaufort-Skala ergeben. Im Öffentlich-Rechtlichen Rundfunk, zum Beispiel dem Deutschlandfunk, wird Letzteres irreführend mit einem pauschalen Böenaufschlag von ein bis zwei Windstärken übersetzt: „Der Seewetterdienst Hamburg teilt mit: Deutsche Nordseeküste: Nordwest bis West 6, Böen bis 8. Deutsche Ostseeküste: West 6 bis 7, Böen bis 9.“

Hinzu kommt die Projektionsfläche der Last (A_p), die je nach Größe und Drehrichtung ab- oder zunimmt, und der Luftwiderstandsbeiwert (C_w -Wert). Diese Werte werden in den Staudrucktabellen aller Krane nach DIN-EN 13000 mit einer hypothetischen Referenzhublast fingiert und zwar nach der Annahme: $1 t \text{ Hublast} = 1 m^2 \text{ Fläche} \times C_w\text{-Wert } 1,2$

Für einen Baucontainer mit ca. 2 t Gewicht würde daher eine Fläche von $2 m^2$ und ein C_w -Wert von 1,2 unterstellt = $2,4 A_w$ ergeben.



In Wahrheit beträgt die Windangriffsfläche eines 20 Fuß Iso-Containers aber mindestens 6,096 m Länge x 2,50 m Breite = 15,24 m² und der Cw-Wert ca. 1,4 bis 1,5.

Die Windangriffsfläche (Aw) eines 20 Fuß Iso-Containers beträgt daher tatsächlich 15,24 m² (Ap) x 1,5 (Cw) = 22,86 m². Das ist fast der zehnfache Wert der Referenzhublast laut Traglasttafel.

Hinzu kommt, dass der Staudruck mit Zunahme der Windgeschwindigkeit in der 2. Potenz steigt.

$$v_{max} = v_{max Tab} \times \sqrt{\frac{1,2m^2/t \times m (Hublast)}{Aw}}$$

v_{max Tab} = i.d. R. 11 m/s

d.h. v_{max} = 11,1 m/s x $\sqrt{\frac{1,2m^2/t \times 2t}{22,86 m^2}}$

$$\sqrt{\frac{1,2m^2/t \times 2t}{22,86 m^2}} = 0,3240$$

11,1 m/s x 0,3240

v_{max} - 3,596 m/s = Windstärke 3 nach Beaufort

(aber in 10 m Höhe und ohne Böenauflschlag bzw. Windscherung!)

Sehr ausführlich dargestellt sind die Windeinwirkungen auf Kran und Last in den Schulungsunterlagen der Liebherr-Werk Ehingen GmbH (Hrsg.), Windeinflüsse im Kranbetrieb, V 03.

KM



Quellennachweis

- 1) *Kransicherheit- Konstruktion allgemein; Teil 2: Lasteinwirkungen* Ausgabedatum 10/2012.
- 2) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 3) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 4) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 5) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 3.*
- 6) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 4.*
- 7) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 8) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 3.*
- 9) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 1.*
- 10) www.naturgewalten.de/060327hamburg.htm
- 11) www.wzforum.de/forum2/read.php?23,1437891,1437914
- 12) *Klinger/Hortmanns/Ruscheweyh/Wohler, Kranschäden durch windinduzierte Schwingungen, Fraunhofer Institut, ISSN: 0038-9145, Stahlbau, 1996, S. 377 ff.*
- 13) *DIN 1055-Teil 4: 2005 die neue Windlastnorm auf Bauwerke, gültig ab 01.07.2007.*
- 14) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 15) *Warkenthin, Betrachtungen zur Windlast-Annahme nach DIN EN 13001-2, Hebezeuge-Fördermittel, Berlin 2007, S. 2.*
- 16) *Otto Heinrich Wehmann, Windeinflüsse bei Kranbetrieb, http://de.scribd.com/doc/182870122/Windeinfluss-bei-Kranbetrieb-V03-de-en-FR*

EMIL EGGER

9016 St. Gallen / Schweiz
Service-Line +41 848 800 110
info@ete.ch

**Ihr kompetenter Partner für
Schwergut-Logistik in der Schweiz!**

- Pneukrane
- LKW-Krane

- Mobilbaukrane
- Industrie-Umzüge

- Spezial- und Schwertransporte
- Schweizweite Schwergut-Logistik